

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 63183155  
PUBLICATION DATE : 28-07-88

APPLICATION DATE : 24-01-87  
APPLICATION NUMBER : 62013321

APPLICANT : FUJITA TOSHIO;

INVENTOR : FUJITA TOSHIO;

INT.CL. : C22C 38/54 C22C 30/00 C22C 38/00

TITLE : HIGH-STRENGTH AUSTENITIC HEAT-RESISTING ALLOY

ABSTRACT : PURPOSE: To manufacture a high-strength austenitic heat-resisting alloy by incorporating specific percentages of C, Si, Mn, Cr, Ni, Mo, W, Nb, Ti, B, P, S, and N to Fe and also specifying the total content of Mo and W.

CONSTITUTION: An alloy having a composition which consists of, by weight, 0.02-0.2% C, 0.3-1.5% Si, 0.3-1.5% Mn, 18-30% Cr, 20-50% Ni, 0.5-5.0% Mo, 1.0-5.0% W, 0.05-0.4% Nb, 0.01-0.2% Ti, 0.003-0.008% B,  $\leq 0.04\%$  P,  $\leq 0.005\%$  S, 0.02-0.3% N, and the balance Fe with inevitable impurities and in which  $Mo+W \leq 6.0\%$  is satisfied is prepared. In this way, the austenitic heat-resisting alloy having superior high-temp. embrittlement characteristic, high-temp. corrosion characteristics, and weldability as well as excellent high-temp. strength and showing superior properties when applied to a boiler to be used under more service environment can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-183155

⑮ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)7月28日

C 22 C 38/54  
30/00  
38/00

3 0 2

6411-4K  
Z-7147-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

① 発明の名称 高強度オーステナイト系耐熱合金

② 特 願 昭62-13321

③ 出 願 昭62(1987)1月24日

④ 発 明 者 菊 池 正 夫 神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社  
第2技術研究所内  
④ 発 明 者 梶 原 瑞 夫 神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社  
第2技術研究所内  
④ 発 明 者 荒 木 敏 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵  
所内  
⑤ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
⑥ 出 願 人 藤 田 利 夫 東京都文京区向ヶ丘1-14-4  
⑦ 代 理 人 弁理士 大関 和夫  
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

高強度オーステナイト系耐熱合金

2. 特許請求の範囲

重量パーセントにてC 0.02~0.2%,  
Si 0.3~1.5%, Mn 0.3~1.5%, Cr 18~30  
%, Ni 20~50%, Mo 0.5~5.0%, W 1.0~  
5.0%, Nb 0.05~0.4%, Ti 0.01~0.2%,  
B 0.003~0.008%, P 0.04%以下, S 0.005%  
以下, N 0.02~0.3%を含有し、かつMo+W≤  
6.0%であって、残部Fe及び不可避不純物から成  
ることを特徴とする高強度オーステナイト系耐熱  
合金。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は極めて良好な高温強度を有するとともに、優れた高温酸化特性、高温腐食特性、溶接性を兼ね備えており、使用環境が苛酷化しつつあるボイラに適用して優れた性能を発揮するオーステナイト系耐熱合金に係わるものである。

<従来の技術>

従来、ボイラ等の高温環境下で使用される材料としては、SUS347, SUS316, SUS310などのオーステナイトステンレス鋼が広く用いられてきた。

ところが、近年のエネルギー資源の枯渇及び価格の高騰に伴って、火力発電プラントにおいては、効率向上のために、蒸気条件を高温、高圧化した超々臨界圧ボイラが計画されている。このような苛酷な環境下での使用に耐えうる耐熱材料としては、上記現用のオーステナイトステンレス鋼では不十分であり、さらに高強度のものが必要とされる。この超々臨界圧ボイラ用材料としては、特開昭59-173249号公報に示されているように、従来の耐熱ステンレス鋼SUS347や高Niステンレス鋼よりも高温クリープ破断強度が高く、耐食性や溶接性も考慮された合金が提案されているが、高温強度の点においては、まだ不十分である。

<発明が解決しようとする問題点>

本発明は、上述のような状況にかんがみ、従来のオーステナイト系耐熱合金よりも、高温強度を

飛躍的に向上させ、かつ耐食性や溶接性を兼ね備えた安価な耐熱合金を提供すべく、なされたものである。

<問題点を解決するための手段>

発明者らは、種々の実験事実を総合的に判断した結果、クリープ破断強度が飛躍的に改善され、かつ耐食性や溶接性にも優れた安価な耐熱合金を開発することに成功した。即ち、本発明は重量パーセントでC 0.02～0.2%、Si 0.3～1.5%、Mn 0.3～1.5%、Cr 1.8～3.0%、Ni 2.0～5.0%、Mo 0.5～5.0%、W 1.0～5.0%、Nb 0.05～0.4%、Ti 0.01～0.2%、B 0.003～0.008%、P 0.04%以下、S 0.005%以下、N 0.02～0.3%を含有し、かつ $Mo+W \leq 6.0\%$ であって、残部Fe及び不可避不純物から成ることを特徴とする高強度オーステナイト系耐熱合金である。

以下に本発明を詳細に説明する。まずCの成分範囲を0.02～0.2%と定めた理由について述べる。

CはCr、Mo、W、Ti、Nb、Bとの炭化物を形成

ステンレス鋼と同等以上の特性を必要とするため、Cr量の下限をオーステナイトステンレス鋼のCr量と同量の1.8%とした。しかし、Cr量が増すと、オーステナイトの安定性を低下させ、高温強度を弱める上に、 $\sigma$ 相の生成を促し、靱性の低下を生ずるので上限を3.0%とした。

Niはオーステナイトの安定性を高め、 $\sigma$ 相の生成を抑制するための必須元素である。Crをはじめとするフェライト生成元素の含有量に対してオーステナイトの安定性を図るためには、Ni量を2.0%以上とする必要がある。一方、Ni量が5.0%を超えると、価格の面で不利を招くことから、Ni量は2.0～5.0%とした。

Mo、Wは固溶体強化及び炭化物の析出で高温強度を顕著に高める効果をもった元素であるが、Mo量が0.5%、W量が1.0%未満では、その効果は得られない。又Mo、Wを単独添加した場合には、Mo量、W量がそれぞれ5.0%を超えると前記効果は飽和する。一方Mo、Wを複合添加すると、Mo、Wの相乗効果によって前記効果は著しく、クリー

プ破断強度は飛躍的に向上する。しかし(Mo+W)量が6.0%を超えると、金属間化合物の形成を促進し、長時間酸化を起こし易く、さらに加工性や価格の面からも不利となる。従って、Mo、Wは複合添加とし、Mo量は0.5～5.0%、W量は1.0～5.0%で、かつ(Mo+W)量を6.0%以下とした。

Nb、Tiはクリープの初期に、微細な炭・窒化物を形成し、それらが、 $M_{23}C_6$ 炭化物の均一・微細析出を促し、凝集粗大化を抑制するため、長時間クリープ破断強度を著しく向上させる。しかしながらNb量が0.05%未満、Ti量が0.01未満では前記効果が得られないのでNb、Ti量の下限をそれぞれ、0.05%、0.01%とした。前記効果は、固溶化熱処理温度で固溶し得るNb、Ti量が多いほど顕著であるが、Nb、Tiの固溶限を超えて添加すると、未固溶の炭・窒化物が残存し、 $M_{23}C_6$ の凝集粗大化を起こして、クリープ破断強度を著しく低下させる。従って、Nb量、Ti量の上限をそれぞれ0.4%、0.2%とし、その範囲内で固溶

し、その大きさ、形状や分布はクリープ破断強度や破断伸びに大きな影響を与えるので、炭化物を形成するに必要な量を最小限添加する必要から下限を0.02%とした。一方、溶接時の高温割れや延性低下を防止するためにはC量をできる限り下げるので、上限を0.2%と定めた。

Siは脱酸剤として有効であるばかりでなく、耐酸化性や耐高温腐食性をも向上させる元素であるが、Si量が多すぎるとクリープ破断強度、靱性や溶接性を低下させる。従って、脱酸、耐酸化性や耐高温腐食性の点から下限を0.3%とし、クリープ破断強度、靱性や溶接性の点から上限を1.5%とした。

Moは脱酸作用を有し、溶接性や熱間加工性を向上させる元素である。十分に脱酸をおこない、健全な組織を得るために下限を0.3%とした。しかし、Mo量が多すぎると耐酸化性の劣化を招くので、上限を1.5%とした。

Crは耐酸化性、耐水蒸気酸化性、耐高温腐食性に不可欠の元素であり、従来のオーステナイトス

テンレス鋼と同等以上の特性を必要とするため、Cr量の下限をオーステナイトステンレス鋼のCr量と同量の1.8%とした。しかし、Cr量が増すと、オーステナイトの安定性を低下させ、高温強度を弱める上に、 $\sigma$ 相の生成を促し、靱性の低下を生ずるので上限を3.0%とした。

Nb、Tiはクリープの初期に、微細な炭・窒化物を形成し、それらが、 $M_{23}C_6$ 炭化物の均一・微細析出を促し、凝集粗大化を抑制するため、長時間クリープ破断強度を著しく向上させる。しかしながらNb量が0.05%未満、Ti量が0.01未満では前記効果が得られないのでNb、Ti量の下限をそれぞれ、0.05%、0.01%とした。前記効果は、固溶化熱処理温度で固溶し得るNb、Ti量が多いほど顕著であるが、Nb、Tiの固溶限を超えて添加すると、未固溶の炭・窒化物が残存し、 $M_{23}C_6$ の凝集粗大化を起こして、クリープ破断強度を著しく低下させる。従って、Nb量、Ti量の上限をそれぞれ0.4%、0.2%とし、その範囲内で固溶

(Nb+Ti) 量を多くするためにNb, Tiを複合添加した。又、Nb, Tiの固溶量を多くするため、固溶化熱処理温度は少なくとも1200℃以上の高温が望ましい。

Bは粒界強度を高める結果、クリープ破断強度を著しく向上させる効果を示す元素であるが、0.003 %未満では効果が小さく、又0.008 %を超えると、溶接性や熱間加工性が劣化するので、B量の上限を0.008 %、下限を0.003 %とした。

Pは添加量が多いと、クリープ中析出を促し、クリープ中脆化を促進させるので上限を0.04 %とした。

Sも粒界に偏析し、クリープ中の粒界脆化を促進させ、また熱間加工性をも低下させるので、上限を0.005 %とした。Nは固溶強化及び窒化物の形成によってクリープ破断強度を向上させる効果を示す元素であるが、0.02 %未満ではほとんど効果がなく、一方、N量が0.3 %を超えても長時間のクリープ破断強度の増加は少なく、さらに靱性も劣化する。従ってN量の範囲を0.02 ~ 0.3

%とした。

次に、本発明を実施例によって具体的に説明する。

#### <実施例>

第1表に供試合金の化学組成を示す。これらの合金を1250℃で固溶化熱処理した後、750℃でクリープ破断試験を行ない、Larson-Miller法で700℃×10<sup>5</sup> hrのクリープ破断強度を外挿で求めた。得られた試験結果を第1表に併せて示した。第1表に示された合金のうち、A~G合金は本発明合金であり、H~R合金は比較合金である。比較合金のうちR合金はオーステナイトステンレス鋼SUS347H 相当材である。第1表より本発明合金はボイラチューブ用材として現用されている SUS 347Hよりものはるかに高いクリープ破断強度を有していることがわかる。

また、比較合金のうち、H及びI合金はMo, W無添加合金、J及びK合金はそれぞれMo及びW単独添加合金であるが、これらの合金に比較して、Mo及びWを複合添加した本発明合金は著しく高い

クリープ破断強度を示している。

比較合金のうち、L~Q合金は25Ni-20Crを基本成分としたもので、L合金はNb, Ti, B, Nを複合添加したもの、M合金はNb, Ti 無添加合金、N合金はNb無添加合金、O合金はTi無添加合金、P合金はB無添加合金、Q合金は低N合金であるが、Nb, Ti, B, Nの複合添加によってクリープ破断強度が著しく改善されることがわかる。

第 1 表 供試合金の化学成分とクリープ破断強度

合 金		化 学 成 分 (重量%)													700℃×10 <sup>5</sup> h <sub>29</sub> -7
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	Nb	Ti	B	N	破断强度(kgf/mm <sup>2</sup> )
本 発 明 合 金	A	0.050	0.49	1.05	<0.002	<0.001	24.8	20.7	0.54	3.24	0.210	0.110	0.0043	0.107	9.6
	B	0.051	0.50	1.01	<0.002	0.002	23.9	19.8	1.37	1.50	0.200	0.080	0.0058	0.085	9.3
	C	0.053	0.50	1.08	<0.002	<0.001	24.8	20.9	1.54	3.34	0.210	0.120	0.0041	0.107	10.3
	D	0.050	0.48	1.00	<0.002	0.002	24.0	20.8	2.81	1.49	0.200	0.080	0.0055	0.082	9.5
	E	0.042	0.48	1.02	<0.002	0.003	24.4	19.4	3.08	1.01	0.200	0.100	0.0049	0.099	9.5
	F	0.048	0.46	1.08	<0.002	<0.001	34.5	25.8	0.51	4.83	0.240	0.092	0.0063	0.104	9.5
	G	0.051	0.47	1.00	<0.002	<0.001	34.4	25.0	1.50	3.18	0.230	0.080	0.0045	0.101	9.4
比 較 合 金	H	0.049	0.50	1.05	<0.002	<0.001	24.8	20.8	-	-	0.195	0.080	0.0048	0.210	8.0
	I	0.054	0.49	0.99	<0.002	0.002	34.8	24.2	-	-	0.220	0.060	0.0058	0.103	7.8
	J	0.051	0.46	0.93	<0.002	0.002	34.2	24.2	4.02	-	0.210	0.060	0.0052	0.094	8.3
	K	0.053	0.50	1.05	<0.002	<0.001	34.8	25.7	-	3.37	0.240	0.080	0.0043	0.097	7.9
	L	0.044	0.52	0.99	<0.002	<0.001	25.0	20.2	1.45	-	0.200	0.110	0.0053	0.185	8.8
	M	0.083	0.50	1.02	<0.004	0.002	24.5	19.4	1.47	-	-	-	0.0037	0.061	6.4
	N	0.100	0.52	1.05	<0.003	0.001	24.9	20.3	1.48	-	-	0.118	0.0043	0.065	7.4
金	O	0.051	0.47	1.00	<0.004	<0.001	25.0	19.9	1.52	-	0.340	-	0.0060	0.060	7.9
	P	0.052	0.46	0.99	<0.002	0.001	24.5	19.9	1.44	-	0.196	0.050	<0.0001*	0.193	7.5
	Q	0.068	0.54	1.10	<0.003	<0.001	22.9	20.8	1.44	-	0.280	0.050	0.0036	0.013*	8.2
	R	0.050	0.49	1.36	<0.014	0.005	11.3*	18.3	-	-	0.980	-	-	0.008	4.9

(注) \*印は本発明の成分範囲外にあることを示す。

## &lt;発明の効果&gt;

以上のように、本発明により、ボイラ等の高温設備の素材として従来用いられてきた耐熱ステンレス鋼SUS347や高Niステンレス鋼よりも高温クリープ破断強度が飛躍的に向上し、かつ耐食性や溶接性も十分考慮されたオーステナイト系耐熱合金が実現され、超々臨界圧用ボイラの性能向上並びに長寿命化に大きく寄与できる。

特許出願人 新日本製鐵株式会社他1名

代理人 大 関 和



第1頁の続き

②発明者	保田	英洋	神奈川県相模原市淵野辺5-10-1	新日本製鐵株式会社
			第2技術研究所内	
③発明者	藤田	利夫	東京都文京区向ヶ丘1-14-4	